Aus der Augenklinik des Klinikum Charlottenburg
der Freien Universität Berlin

Direktor: Professor Dr. med. J. Wollensak

UNTERSUCHUNGEN ZUR MODIFIZIERUNG DES DREISPIEGEL-KONTAKTGLASES NACH GOLDMANN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen der Freien Universität
Berlin

vorgelegt von
Dietrich Sander
aus Berlin

1985

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547201_0092

Aus der Augenklinik des Klinikum Charlottenburg
der Freien Universität Berlin

Direktor: Professor Dr.med. J. Wollensak

UNTERSUCHUNGEN ZUR MODIFIZIERUNG DES DREISPIEGEL - KONTAKTGLASES NACH GOLDMANN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen der Freien Universität
Berlin

vorgelegt von
Dietrich Sander
aus Berlin

Referent: Prof. Dr. med. J. Wollensak

Korreferent: Prof. Dr. med. F. Hoffmann

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 10. September 1985

Meinem verstorbenen Vater in

Dankbarkeit gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
EINLEITUNG	
Optische Prinzipien der Untersuchung mit Spaltlampe und Kontaktglas	1
Einfache konkave Kontaktgläser	5
Einfache konvexe Kontaktgläser	7
Vorsatzgläser	7
Zusammengesetzte Kontaktgläser und Spiegel-Kontaktgläser	7
DAS DREISPIEGEL-KONTAKTGLAS NACH G O L D M A N N	
Konstruktion und optisches Prinzip	8
Grenzwinkel der Totalreflexion	9
Untersuchung mit dem Dreispiegel-Kontaktglas	15
Überlegungen zur Vereinfachung und Verbesserung der Kontaktglas-Untersuchung	17
KONSTRUKTION UND FERTIGUNG DES MODELLS	
Material	20
Verarbeitung	20
Versuchsanordnung	21
Konstruktion der Strahlengänge durch die Prismen am Dreispiegel- und Einspiegel-Kontaktglas	27
ERGEBNISSE	
Das Modell in der Anwendung	30
Zur Lichtbrechung nach dem erweiterten Brechungsgesetz bei Verwendung e i n e s Prismas über dem gesamten Kontaktglas	36
DISKUSSION	
Der Einfluß der optischen Abbildungsfehler	38
Probleme bei Verstärkung der Prismen	38
Der Ausgleich der Vorteile und Nachteile führen zur Empfehlung der vorgestellten Kompromißlösung	40

	Seite
FOTODOKUMENTATION	45
ZUSAMMENFASSUNG	54
LITERATURVERZEICHNIS	55
LEBENSLAUF	57

E I N L E I T U N G

Spaltlampenmikroskopie dient in erster Linie der Beobachtung transparenter Teile des Auges im optischen Schnitt eines Lichtbüschels mit dem Beobachtungsstrahlengang eines Mikroskopes.
Sie hat sich aus der seitlichen fokalen Beleuchtung entwickelt und ist die wichtigste augenärztliche Untersuchungsmethode in Klinik und Praxis geworden.
Sie basiert auf den von Allvar G u l l s t r a n d aufgestellten 3 Prinzipien:

1. Die Beobachtung transparenter Teile des Auges und ihre räumliche Zuordnung.
2. Die blendfreie Beobachtung tiefer liegender Augenabschnitte durch Trennung von Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang.
3. Die Beobachtung im regredienten Licht.

Während man die vorderen Augenabschnitte, einschließlich der vordersten Glaskörperabschnitte, mit der Spaltlampe ohne Zusatzgeräte untersuchen kann, gelingt die Untersuchung peripherer und hinterer Glaskörperabschnitte sowie der Netzhaut nur mit Hilfsvorrichtungen, die einerseits den Winkel zwischen Mikroskop und Spaltbüschel der Spaltlampe verkleinern und andererseits die tiefen Augenabschnitte der Besichtigung mit dem Mikroskop zugänglich machen.

Da bei einem emmetropen Auge das Bild der Retina im Un=
endlichen liegt und das binokulare Mikroskop der Spalt=
lampe nur ein Objekt in einigen Zentimetern Abstand vor
seinem Objektiv scharf zu sehen gestattet, muß man, um
die tieferen Augenabschnitte betrachten zu können, ein
Zwischenbild dieser Abschnitte in der Objektebene des
Mikroskops erzeugen.
Dies kann man mit Hilfe einer Konkav- oder einer Konvex=
linse erreichen.
Konkavlinsen erzeugen vom Augenhintergrund ein aufrechtes
virtuelles Bild (Abb.2) und Konvexlinsen ein umgekehrtes
reelles Bild (Abb.1) (siehe „Bildentstehung durch Linsen").

Beide Methoden sind angewendet worden.
Die erste als Kontaktglasmethode von K o e p p e (1918)
und die zweite zuerst von Z a m e n h o f (1930).
Heute wird die erste Methode in Form der G o l d m a n n'=
schen Kontaktgläser einerseits und als V a l o i s -
L e m o i n e - bzw. H r u b y' sches Vorsatzglas anderer=
seits benützt.
K o e p p e benutzte ein Kontaktglas mit einer stark zer=
streuenden Wirkung von -59,5 dptr, bei der das Netzhaut=
bild 16,7 mm hinter der Hornhaut erzeugt wird und Z a m e n =
h o f verwendete eine Konvexlinse von 3 cm Brennweite
(+33,3 dptr).
Die Verkleinerung des Einfallswinkels, d.h. der Winkel
zwischen Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang (=Mikro=
skopachse), die für die Fundusbeobachtung unerläßlich war,
wurde von L i n d n e r (1936) durch Verwendung eines
abgewinkelten monokularen Mikroskops, von K o e p p e (1920)
durch einen Silberspiegel (Abb.3) und von G o l d m a n n
(1938) durch ein Reduktionsprisma erreicht (Abb.4).

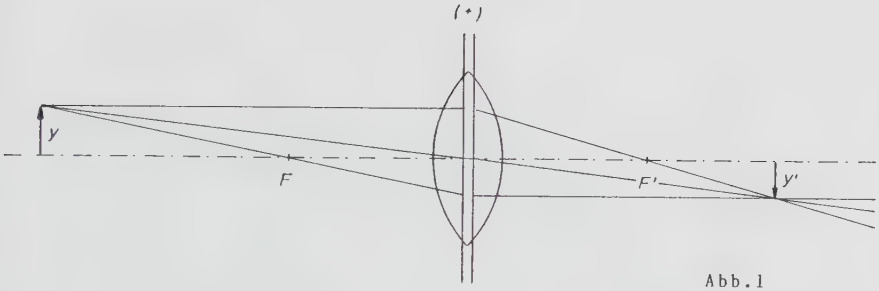


Abb.1

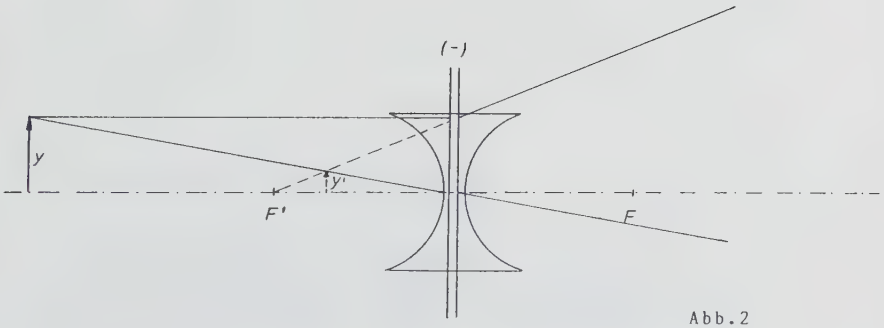
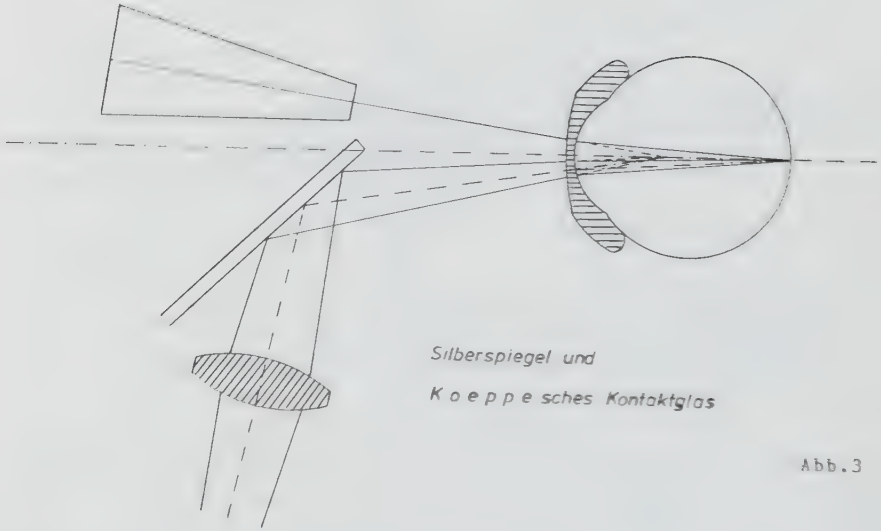


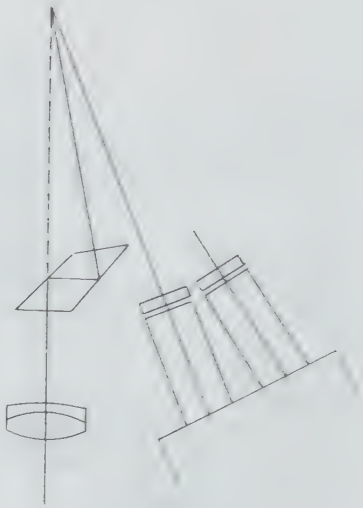
Abb.2

Bildentstehung durch Linsen



Silberspiegel und
K o e p p e sches Kontaktglas

Abb. 3



Reduktionsprisma
nach Goldmann

Abb. 4

Durch dieses Reduktionsprisma wird der minimale Winkel zwischen Beleuchtungsrichtung und Mikroskopachse von 25° auf 12,5° herabgesetzt.

Andere Spaltlampenkonstrukteure (bei Haag-Streit-Spaltlampe 900, Zeiss - Opton, Zeiss-Spaltlampe 100/16 und 125/16 sowie Typ 30 SL und 30 SL/M, ebenso G a m b s, K r a h n u.a.) haben einen anderen Weg gewählt.
Die Beleuchtungslampe sendet bei diesen Konstruktionen ihr Licht senkrecht von unten oder von oben durch Kondensor, Spalt und Beleuchtungslinse zu einem Prisma oder Spiegel, die das Licht in die Beobachtungsrichtung umlenken. Mikroskop und Beleuchtungseinrichtung sind, auch schon bei der alten Haag - Streit- und C o m b e r g - Lampe, um eine gemeinsame senkrechte Achse drehbar und auf einen Punkt dieser Achse fokusiert.

Durch diese besondere Anordnung der Beleuchtung gelang es, bei der zweiten Gruppe der Spaltlampen den Winkel zwischen Beleuchtung und Mikroskop auf Null zu reduzieren, d.h. außer der Spaltlampenbeobachtung auch zentrische Ophthalmoskopie mit einem Hilfsglas zu ermöglichen.

Die verwendeten Hilfsgläser sind:

1. Einfache konkave Kontaktgläser

Die Abb. 3 zeigt das ursprüngliche K o e p p e ' sche Funduskontaktglas, das heute wohl kaum mehr Verwendung findet.

Hingegen wird heute das G o l d m a n n ' sche Funduskontaktglas vielfach gebraucht. Es besteht aus Plexiglas und hat im Laufe der Zeit gewisse Veränderungen erfahren.
Früher wurde es aus einem Skleralteil und einem Kornealteil zusammengesetzt. Heute ist der Skleral= teil,bis auf einen schmalen Ring mit einer Rinne, beseitigt. In diese Rinne können die Lider ein= greifen. Das Glas trägt einen kleinen schwarzen Trichter (B u s a c c a, 1957), an dem es gehalten wird und der die Befeuchtung der Vorderfläche ver= hindert.
Die Maße sind: Radius der Rückfläche = 7,4 mm im Kornealteil, Trichterwinkel = 30°, Trichterhöhe = 10 mm, Gewicht = 2 g und die Brechkraft = -64 dptr.
Das Auge wird mit einem Lokalanästhetikum (Novesine Wander 0,4%, Chibro-Kerakain) anästhesiert.
Die Höhlung des Kontaktglases wird luftblasenfrei mit 1-2 Tropfen Methocellösung aufgefüllt.
Der Patient, der vor der Spaltlampe mit durch Kinn= auflage und Kopfstütze fixiertem Kopf sitzt, wird angewiesen, nach oben zu schauen.
Dann wird das Kontaktglas über dem abgezogenen Unter= lid an den Bulbus gesetzt und rasch gegen den nach oben rotierten Bulbus gekippt.
Danach blickt der Patient geradeaus und die Unter= suchung mit dem Kontaktglas kann beginnen.
Dieses Kontaktglas gestattet die Untersuchung des hinteren Augenpols bis etwa 30° von der Augenachse.

2.Einfache konvexe Kontaktgläser

S c h l e g e l (1962) hat ein konvexes Kontaktglas entwickelt, das die Übersicht des Fundus bis zum Äquator auf einmal gestattet (Panfunduskop). Das Glas hat eine schwache Vergrößerung und optische Abbildungsfehler, wie Verzeichnung und Astigmatismus. Zum Zwecke der schnellen und umfassenden Übersicht leistet es jedoch große Dienste. So z.B. bei Säuglingen mit Retinoblastom bei der Suche nach Solitärherden und in der Fundusfotografie.

3. Vorsatzgläser

Die heute noch verwendeten H r u b y' schen Plankonkavgläser haben Brechwerte von -58,6 dptr bzw. -78,0 dptr.
Das H r u b y - Glas von -58,6 dptr ist an der Z e i s s - Spaltlampe zur Mikroskopmittelachse zentriert und wird während der Untersuchung durch eine Führung stets in einem Abstand von 15 mm von der Patientenkornea entfernt gehalten, d.h. sie liegt im vorderen Augenbrennpunkt.
Unter diesen Bedingungen erscheint ein im hinteren Brennpunkt des Auges liegendes Objekt in der Vergrößerung 1:1. Dieses Vorsatzglas erlaubt die Untersuchung der hinteren Bulbusabschnitte nach oben und unten bis etwa 30^{o} und nach der Seite bei guter Pupillenerweiterung und unter Dezentrierung bis etwa 60^{o}.

4. Zusammengesetzte Kontaktgläser

S c h l e g e l (1964) hat ein heute kaum noch verwendetes Kontaktglas konstruiert, das einen planen und einen konvexen Spiegel enthält. Mit diesem Glas wird ein verkleinertes virtuelles Bild des Augenhintergrundes erzeugt.

Das heute wohl gebräuchlichste Kontaktglas zur Untersuchung zentraler und peripherer Fundus- und Glaskörperabschnitte ist das D r e i s p i e g e l - Kontaktglas von G o l d m a n n (1949) (Abb.6), dessen Modifizierung durch Kombination eines oder mehrerer Prismen Gegenstand dieser Arbeit ist.

Das DREISPIEGEL-KONTAKTGLAS nach G O L D M A N N

Das Dreispiegelkontaktglas nach G o l d m a n n ist heute das wichtigste Untersuchungsgerät für die hinteren Augenabschnitte und erweitert damit in einzigartiger Weise die Möglichkeiten der Spaltlampenuntersuchung bis hin zur therapeutischen Anwendung bei der Laserkoagulation.
Es besteht aus Poly-Methylmethacrylat (Plexiglas) und hat die Form eines Kegelstumpfes mit schwarzem Mantel.
Der Radius der Wölbung des Kornealabschnittes beträgt 7,4 mm, sein Durchmesser 12 mm. Der Außendurchmesser dieses Kornealabschnittes beträgt 15,5 mm. Die Gesamthöhe ist 28 mm und die Vorderfläche hat einen Durchmesser von 34 mm.
Das Gewicht beträgt 16 g.
Im Kegelstumpf sind im Abstand von jeweils 120^{o} drei spiegelnde Flächen so angeordnet, daß sie zu der ebenen Vorderfläche in einem unterschiedlichen Winkel stehen, nämlich in 73^{o}, 67^{o} und 59^{o} (Abb.6,8 und 10).
Diese drei spiegelnden Flächen innerhalb des Kontaktglases sind keine Spiegel im eigentlichen Sinne, sondern optisch ebene Flächen, die gegen das optisch dünnere Medium Luft grenzen und deren Winkel so gewählt sind, daß sie das optische Phänomen der T o t a l r e f l e x i o n bilden. Das heißt, daß ein Lichtstrahl beim Übergang aus einem optisch dichteren Medium in ein optisch dünneres (und zwar bei zu großem Einfallswinkel) das optisch dichtere Medium nicht mehr verlassen kann und an der Grenzfläche vollständig reflektiert wird (Abb.11 und 12).

T h o r p e (1966) sowie B r a l e y und A l l e n modifizierten dieses Kontaktglas durch Ersatz der spiegelnden Flächen durch Prismen.

Zum Grenzwinkel der Totalreflexion:
Der Grenzwinkel der Totalreflexion, bei dem der Lichtstrahl nur streifend das optisch dichtere Medium verläßt, ergibt sich aus dem S n e l l'= schen Brechungsgesetz:

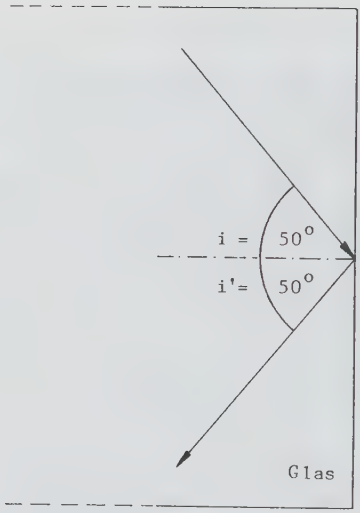
$$n \cdot \sin i = n' \cdot \sin i' = \text{const.}$$

Die Brechzahlen n und n' sind Verhältniszahlen, die sich aus dem Verhältnis der unterschiedlichen Lichtgeschwindigkeiten in den verschiedenen opti= schen Medien gegenüber Luft ergeben, wobei Luft die Brechzahl 1 erhält. Je höher die Brechzahl ist, umso geringer ist die Lichtgeschwindigkeit in dem betreffenden optischen Medium und umso stärker ist die Lichtbrechung.
In dem o.g. Brechungsgesetz ist n = die Brechzahl für Luft = 1, n' = die Brechzahl für das optisch dichtere Medium (z.B. Wasser = 1,33; Glas = 1,55), i = der Winkel des einfallenden Strahls zum Lot und i' = der Winkel des ausfallenden Strahls zum Lot, das stets senkrecht auf der optischen Fläche steht.
Setzt man nun 90° für den Winkel i' ein, welches bei der Totalreflexion Bedingung ist, dann errechnet sich der Einfallswinkel i bei einer Brechzahl von n'= 1,49 (Plexiglas) und n = 1 (Luft) nach der um= gestellten Formel

$$\sin i = \frac{\sin 90^{\circ}}{1{,}49} = 0{,}6711.$$

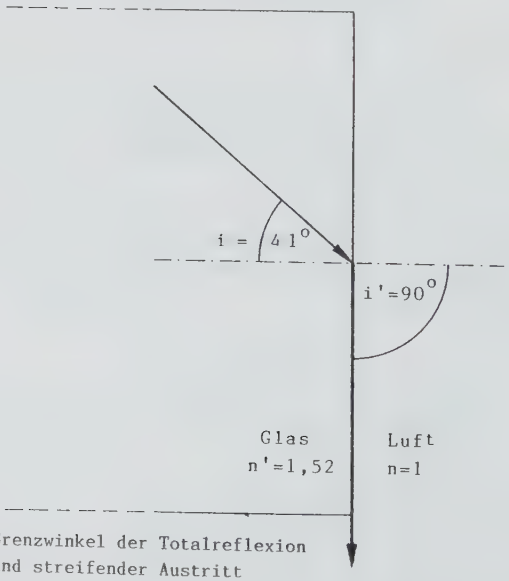
Daraus ergibt sich ein Einfallswinkel i von $42^{\circ}10'$, welcher der Grenzwinkel der Totalreflexion für Plexiglas (Poly-Methylmethacrylat) ist.

Da das G o l d m a n n - Kontaktglas aus Plexiglas mit einem Brechungsindex von 1,49 ist, hat es nahezu die gleichen optischen Qualitäten wie z.B. Kron - Gläser mit n' = 1,5001 (Bor-Kron= gläser n' = 1,4939).



Totalreflexion im Innern des Glases

Abb.11



Grenzwinkel der Totalreflexion
und streifender Austritt

Abb.12

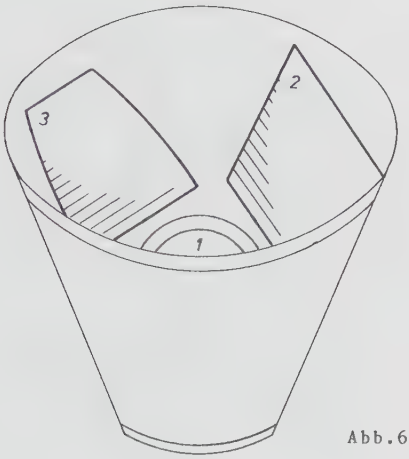


Abb.6

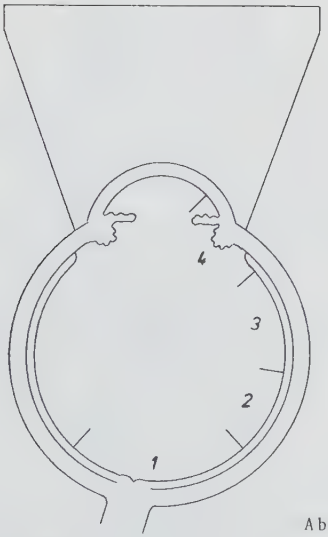
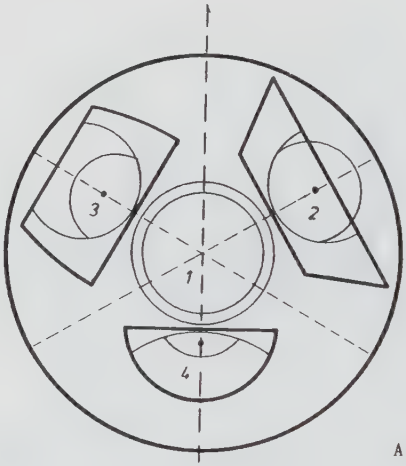


Abb.7

Goldmann - Dreispiegelkontaktglas



1 = Korneal-abschnitt für den zentralen Durchblick

2, 3 und 4 = spiegelnde Flächen

Abb.8

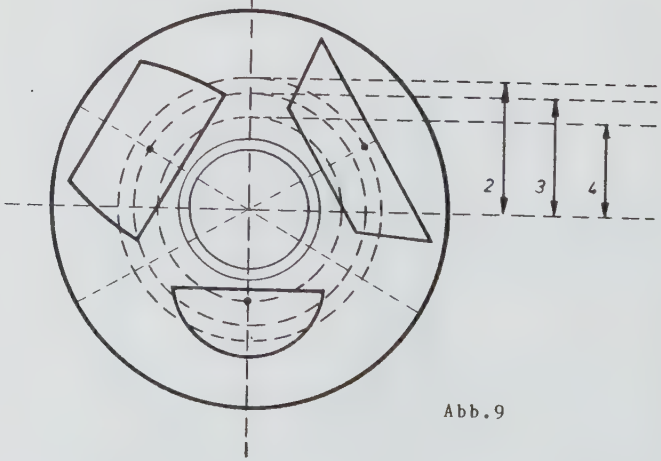
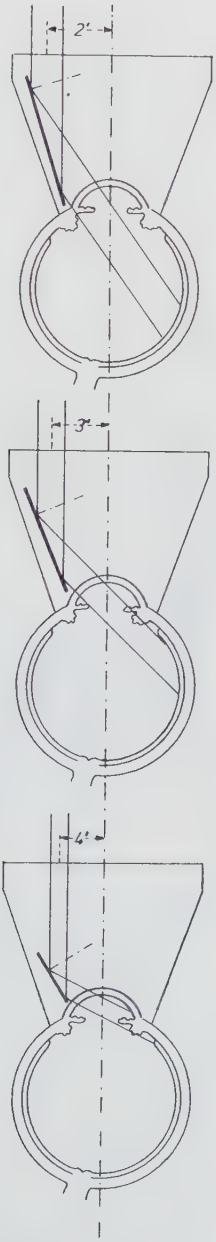


Abb.9

2, 3 und 4 = Radien der Kreise, die die Spiegel 2, 3 und 4 bei Drehung des Kontaktglases beschreiben



Spiegel 73°
Nr. 2

zur Betrachtung
der mittleren
Fundusperipherie

Spiegel 67°
Nr. 3

zur Betrachtung
der äußeren
Fundusperipherie

Spiegel 59°
Nr.4

zur Gonioskopie

Dreispiegelkontaktglas

Abb.10

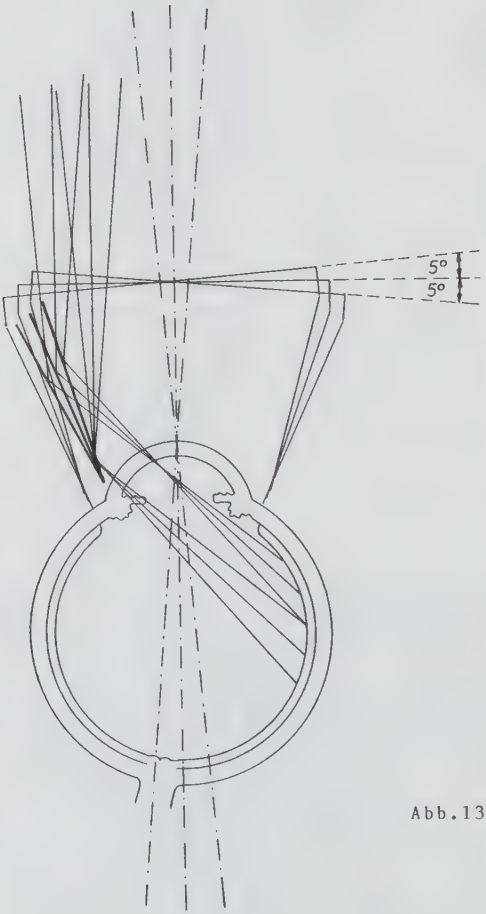


Abb.13

Untersuchung mit dem Dreispiegel-Kontaktglas

Vor der Untersuchung erfolgt maximale Mydriasis, gute Hornhaut-Anästhesie und Einsetzen des Kontaktglases in der im Absatz „Einfache konkave Kontaktgläser" beschriebenen Weise.

Es muß während der Untersuchung unter leichten Druck gegen den Bulbus gehalten werden.

Der Spiegel 4 (Abb. 7,8 und 10), mit einem Neigungswinkel von 59°, kann sowohl zur Betrachtung der oranahen Korpus- und Fundusabschnitte, als auch zu gonioskopischen Untersuchungen verwendet werden.

Der hintere Augenpol kann in gleicher Weise wie mit dem bereits beschriebenen Funduskontaktglas bei Benutzung der Kontaktglasmitte, also ohne Spiegel, untersucht werden.

Mit dem steilsten Spiegel, dem Spiegel Nr.2 mit Neigungswinkel 73° (Abb. 6,7,8 und 10), betrachtet man die Zone jenseits von 30°, d.h. die mittelperipheren Fundusabschnitte und mit dem mittelsteilen Spiegel Nr.3, Neigungswinkel 67°, die peripheren Fundusabschnitte einschließlich Ora serrata in günstigen Fällen.

Bei Beobachtung durch das zentrierte Dreispiegel-Kontaktglas (Pupille in Kontaktglasmitte) ist ein kleiner Bereich zwischen dem Zentrum Nr.1 und Bereich Nr.2 der Untersuchung nicht ohne weiteres zugänglich. Durch Kippen des des Kontaktglases lassen sich diese Bereiche 1 und 2 so vergrößeren, daß auch der genannte Bereich untersucht werden kann (Abb. 13).

Zur Erweiterung des Anwendungsbereiches wird für das G o l d m a n n - Dreispiegelkontaktglas ein Ora-Impressionstrichter geliefert, in den das Kontaktglas vor der Benutzung hineingelegt wird.

Am Rande des Skleralteils ist eine 6 mm - Stahlkugel so befestigt, daß die Sklera bei zentriertem Kontaktglas im Bereich der Ora serrata um 2-3 mm eingedellt und damit die äußerste Fundusperipherie der Untersuchung zugänglich gemacht wird.

Die Untersuchung mit dem G o l d m a n n - Kontaktglas stellt die wichtigste Ergänzung der üblichen ophthalmoskopischen und Spaltlampenuntersuchung dar.
Sie gestattet die binokulare, stereoskopische Spaltlampen= beobachtung des Glaskörpers und des Augenhintergrundes.
Im Vergleich zu den Vorsatzgläsern, z.B. H r u b y - Glas, erweitert das Dreispiegelkontaktglas den Untersuchungsbe= reich bis zur äußersten Peripherie.
Vorteihaft ist vor allem, daß zwei optisch-brechende Grenz= flächen, nämlich Glas/Luft und Luft/Hornhaut, durch den Flüssigkeitskontakt mit Methocel zur Hornhaut fortfallen.
Desgleichen werden Krümmungsanomalien durch die Kapillarität der Kontaktflächen beseitigt.
Dagegen beobachtet man bei der Verwendung von Vorsatzgläsern gelegentlich eine störend wirkende Konvexität des Augen= hintergrundes.

Die Untersuchung der einzelnen Fundusabschnitte ist durch Drehen des Kontaktglases während des Blickes in jeweils einen der 3 Spiegel möglich.
Dabei beschreiben die Spiegel, wie aus Abb.9 hervorgeht, einen Kreis. Die Radien dieser Kreise sind unterschiedlich. Sie betragen für den Spiegel Nr.2 (den steilsten Spiegel) 12 mm, für den Spiegel Nr.3 (den mittelsteilen Spiegel) 10 mm und für den Spiegel Nr.4 (Gonioskop) 8 mm.

Während der Drehung des Kontaktglases muß der Untersucher durch synchrone Höhen- und Seitenverstellung der Spaltlampe diese Kreisbewegung mitvollziehen.
Dieses ist nicht immer leicht, weil erstens z.B. beim Spiegel Nr.2 eine maximale Höhen- und Seitenverstellung von 24 mm vorgenommen werden muß und zweitens die verschiedenen Spaltlampen eine unterschiedliche Leichtgängigkeit des Triebknopfes aufweisen (Abb.24 und 25).
Um eine Höhenverstellung von 24 mm, wie beim Spiegel Nr.2 erforderlich, zu erreichen, müssen mit dem Triebknopf der Spaltlampe Typ Zeiss 100/16 bzw. Typ 125/16, die wohl z.Zt. am häufigsten verwendete Spaltlampe, 4,8 (also knapp 5) Umdrehungen gemacht werden.
Dies ist auch nicht beim inzwischen neuen Spaltlampentyp 30 SL der Firma Zeiss verbessert worden.
Auch bei diesem Gerät müssen noch immer 4,7 (also auch knapp 5) Umdrehungen am Triebknopf ausgeführt werden.
Das bedeutet, knapp 5 Umdrehungen müssen mit dem Triebknopf ausgeführt werden, um den Spiegel Nr.2 des Kontaktglases aus seiner tiefsten Stellung zur höchsten mit der Spaltlampe zu folgen und noch einmal die gleiche Anzahl Umdrehungen bei der Abwärtsbewegung - zusammen also 10 Umdrehungen des Triebknopfes der Spaltlampe für eine Umdrehung des Kontaktglases.
Das bedeutet eine außerordentliche Erschwerung der Untersuchung und erfordert nicht selten eine zusätzliche Korrektur der Stellung des Patientenkopfes auf der Kinnauflage.

Es wurde nun versucht, diese Untersuchungsschwierigkeiten durch eine Modifizierung des Dreispiegel-Kontaktglases zu beseitigen.

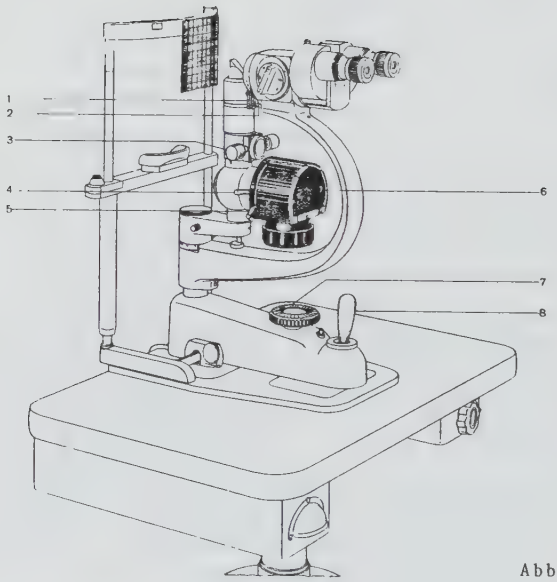


Abb.24

Zeiss-Spaltlampe 100/16

7 = Triebknopf
8 = Steuerhebel zur Seitenverstellung und Fokussierung

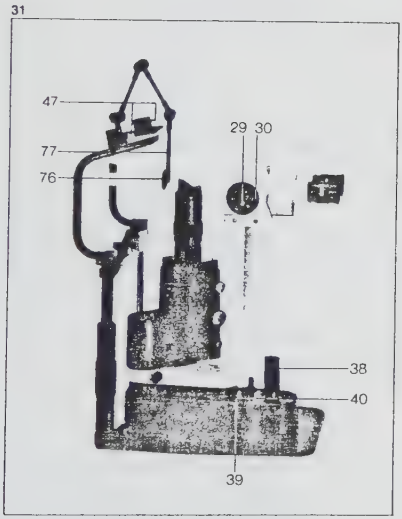


Abb.25

Zeiss-Spaltlampe 30 SL und 30 SL/M

38 = Steuerhebel mit integriertem Triebknopf

KONSTRUKTION UND FERTIGUNG DES MODELLS

Material

Es wurden drei superentspiegelte (d.h. mit reflexmindernder Beschichtung versehene) prismatische Gläser der Firma Carl Z e i s s, Oberkochen mit den brechenden Winkeln 20^{o}, 30^{o} und 42^{o} (Prismengrad) am Dreispiegel-Kontaktglas von G o l d m a n n und ein Prisma mit einem brechenden Winkel von 28^{o} am Einspiegel-Kontaktglas (Gonioskop) verwendet.
Die Brechzahl der Prismen beträgt 1,523 (Kronglas). Ausgedrückt in Prismendioptrien als Tangentenmaß des Ablenkungswinkels d eines Strahles ergeben sich für die o.g. prismatischen Gläser die Werte 18,2 pdptr, 27,4 pdptr und 38,3 pdptr für das Dreispiegel-Kontaktglas und 25,5 pdptr für das Gonioskop.

Zu Maßeinheiten für prismatische Ablenkungen:

Prismengrad: Für kleine brechende Winkel a gilt: Ablenkung $d = (n - 1)a$. Wenn $n = 1{,}523$ (Kronglas), dann ist 1 Prismengrad $= 0{,}523^{o}$ Ablenkung (siehe Seite 21-23).

Prismendioptrie: Der Ablenkungswinkel d hat die Größe 1 pdptr, wenn $\operatorname{tg} d = 0{,}01$, d.h. 1 cm Ablenkung auf 1 m Entfernung. Daraus folgt: 1 pdptr $= 0{,}5729^{o}$ Ablenkung.

Es besteht also die Beziehung:

$$1 \text{ Prismengrad} = 0{,}913 \text{ pdptr}$$

bei Kronglas zur Umrechnung der Maßeinheiten Prismengrad und Prismendioptrien.

Bearbeitung

Die prismatischen Gläser wurden nach Bearbeitung (Schleifen auf notwendige Größe und Form) auf das G o l d m a n n - Dreispiegel-Kontaktglas sowie auf das Einspiegel-Kontaktglas mit K a n a d a - B a l s a m (Glaskitt) in genauer Zentrierung zu den jeweiligen Spiegeln aufgebracht.

Versuchsanordnung

Es wird ein konstruktiver Weg beschrieben, wie man bei der Kontaktglasuntersuchung auf die Höhen- und Seitenverstellung der Spaltlampe verzichten bzw. auf ein zumutbares Maß reduzieren und trotzdem die Fundusabschnitte in gewohnter Weise untersuchen kann.
Dazu wird das Dreispiegelkontaktglas von G o l d m a n n durch ein bzw. drei Prismen ergänzt.
Die optische Stärke dieser Prismen, d.h. den Grad der Ablenkung, wird durch den jeweiligen Winkel der 3 spiegelnden Flächen im Kontaktglas bestimmt.
Die Anordnung der hinzugefügten Prismen ist aus den entsprechenden Abbildungen und Fotografien ersichtlich.
Sie wurden auf der ebenen Vorderfläche des Kontaktglases über dem jeweiligen Spiegel mit Kanada-Balsam, einem Linsenklebstoff mit dem Brechungsindex n = 1,52, aufgebracht.
Es befinden sich nun drei Prismen mit unterschiedlich brechenden Winkeln a über den entsprechenden Spiegeln mit ihrer Basis nach außen, da die Ablenkung eines optischen Strahles nach Durchgang durch ein Prisma in Richtung Basis erfolgt.

Zur Lichtbrechung am Prisma:
Bei einem Prisma unterscheidet man den brechenden Winkel oder Prismenwinkel a, der von beiden optischen Flächen gebildet wird, die brechende Kante K und die Basis, die dem brechenden Winkel gegenüber liegt (Abb.15).
Beim Auftreffen eines Lichtstrahles auf ein Prisma wird dieser entsprechend dem $n \cdot \sin i = n' \cdot \sin i'$ abgelenkt.
Bei genügend kleinen Winkeln verhalten sich die Sinus der Winkel wie die Winkel selber, d.h. $n' = \frac{\sin i}{\sin i'} = \frac{i}{i'}$, wenn n=1(Luft) ist.
Wie aus der Abb.14 ersichtlich, ist der Winkel $i = i' + d$, wobei d die Ablenkung des

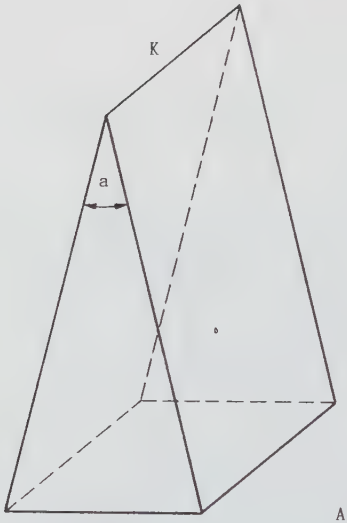


Abb.15

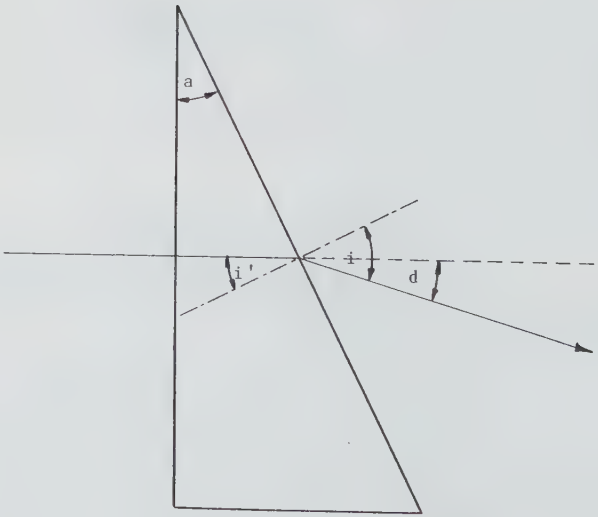


Abb.14

Strahles ist.
Der Winkel i' ist aber gleich Winkel a (Winkel, die paarweise aufeinander senkrecht stehen!); daher ist i = a + d.

Nach dem Brechungsgesetz ist $n' = \frac{\sin a + d}{\sin a}$

und bei genügend kleinen Winkeln ist $n' = \frac{a + d}{a}$

und $n' \cdot a = a + d$
oder $d = n' \cdot a - a$
oder $\underline{d = a(n - 1)}$

Wenn die Brechungszahl n = 1,52 beträgt, wie bei Glas, dann gilt $\underline{d = 0{,}52\ a.}$
Also beträgt die Ablenkung d praktisch die Hälfte des Brechungswinkels a eines Prismas.
Bei den in dieser Arbeit verwendeten Prismen wurden deren brechende Winkel mit dieser Näherungsformel berechnet.

Die Anordnung der Prismen auf dem Kontaktglas erfolgte so, daß der zentrale Durchblick durch das Kontaktglas frei blieb und damit die Untersuchung des hinteren Augenpols in unver=änderter Weise gestattet.
Blickt man nun mittels Beobachtungsstrahlengang der Spalt=lampe durch das auf dem Kontaktglas aufgebrachte Prisma in den darunter liegenden Spiegel, so erscheint das Fundusbild aufgrund der ablenkenden Wirkung des Prismas wesentlich weiter zur Mitte des Kontaktglases versetzt.
Die maßstäblichen Konstruktionen (Abb. 16-22; M = 1 : 1,7) zeigen die Strahlengänge dieser Versuchsanordnung, die nach Berechnungen mit Hilfe des Brechungsgesetzes entstanden.

Dabei ergeben sich Abstandsänderungen der Spie=gelbilder zur Mitte des Kontaktglases beim Spiegel Nr.2 von 12 mm ohne Prisma auf 6,6 mm bei Verwendung eines Prismas von 42°, beim Spiegel Nr.3 von 10 mm auf 6,1 mm bei Verwen=dung eines Prismas von 30° und beim Spiegel Nr.4 (Gonioskop) von 8 mm auf 5,8 mm bei einem Prisma von 20°.

Diese neuen Abstände lassen sich durch Verstärken oder Abschwächen der Prismen verkleinern bzw. vergrößern.
Sie stellen nun die neuen Radien für die Kreisbahnen dar, die die Spiegel bei der Drehung des Kontaktglases während der Untersuchung beschreiben müssen.

Diese verkürzten Radien erfordern jetzt eine wesentlich verringerte Höhen- und Seitenverstellung der Spaltlampe während der Untersuchung, was das Ziel der vorliegenden Arbeit gewesen ist.

Berechnung der Abstandsänderung der Spiegelbilder zur Mitte des Kontaktglases am Beispiel des 30°-Prismas beim Spiegel Nr.3 (Abb.17):

Nach der auf Seite 23 entwickelten Näherungsformel $d = a(n - 1)$ beträgt die Ablenkung etwa 15°.
Da bei dem hier vorgestellten Modell der Abstand Prisma - Spiegelbildmitte 14,5 mm beträgt, folgt nach trigonometrischer Berechnung:

$$\text{tg } 15^{\circ} = \frac{\text{Abstandsänderung}}{14,5}$$

$$\text{Abstandsänderung} = 0,2679 \cdot 14,5 = 3,884$$
$$= 3,9 \text{ mm}$$

Daraus folgt, daß aus dem Abstand Spiegelbildmitte-Zentrum des Kontaktglases von 10 mm ohne Aufsatz eines Prismas ein Abstand von 6,1 mm mit Aufsatz eines Prismas von 30° wird.

Auf die gleiche Weise wurden die Abstandsänderungen an den Spiegeln 2 und 4 und am Gonioskop berechnet.

Die verwendeten 4 Prismen wurden aus einer Versuchsreihe von je 5 Prismen, die in Abständen von 2 Prismengraden sowohl stärker als auch schwächer brechend waren, ausgewählt.
Die Entscheidung erfolgte nach größter Ablenkung (nach jeweils vorausgegangener Berechnung) bei noch guten bis brauchbaren optischen Abbildungseigenschaften.

Um den Einfluß prismatischer Gläser auf die Sehschärfe zu untersuchen, wurden von mir bereits 1964 während meines Fachschulstudiums an der Fachschule für Optik und Fototechnik in Berlin die nachfolgenden Reihen= untersuchungen an 22 emmetropen Personen durchgeführt.

Zur Feststellung der Sehschärfe diente ein Polatestgerät der Fa. Carl Z e i s s, Oberkochen in 6 m Entfernung mit einer Leuchtdichte von 400 cd/m^2 bei einer DIN-Raumbeleuchtung von ca. 250 cd/m^2.

Die dargebotenen Optotypen waren jeweils zur Hälfte Buch= staben und Zahlen.

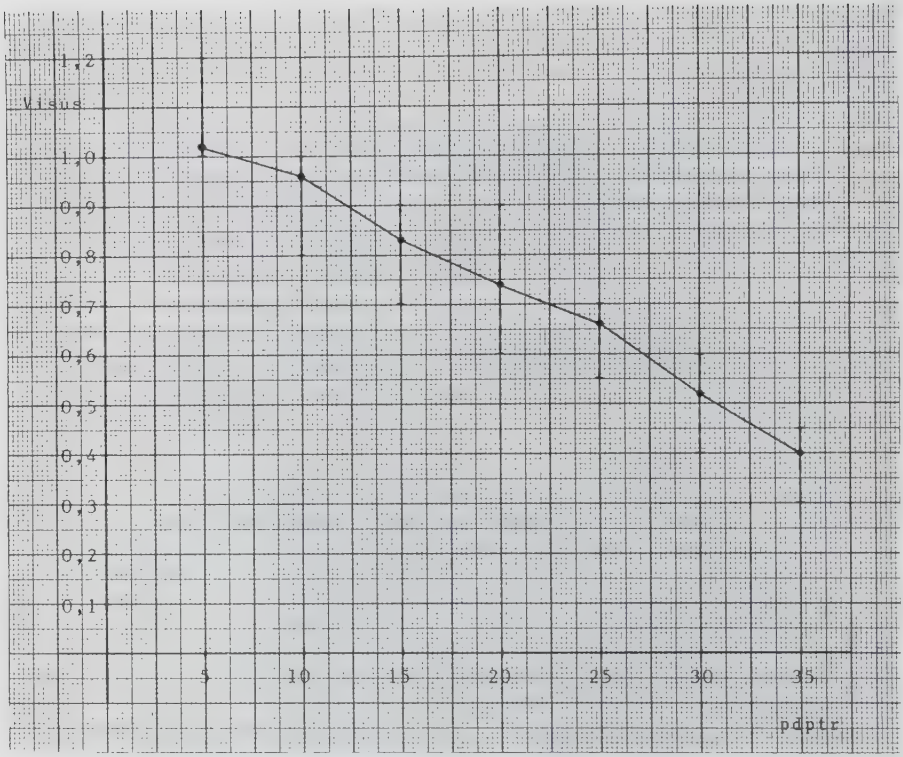
Bei allen Personen wurden vor Beginn der Reihenuntersu= chung eine objektive (Skiaskopie oder Refraktometrie) und eine subjektive Sehschärfenbestimmung durchgeführt, um Emmetropie und Visus 1,0 oder besser zu sichern.

Es nahmen 14 weibliche und 8 männliche Personen an die= ser Untersuchung teil.

Das Alter lag zwischen 21 und 64 Jahren (im Mittel 45,4 Jahre).

Vor das Prüflingsauge wurden sukzessive die in der Ta= belle aufgeführten Prismen aus Kronglas (n = 1,52) mit der Basis außen gesetzt:

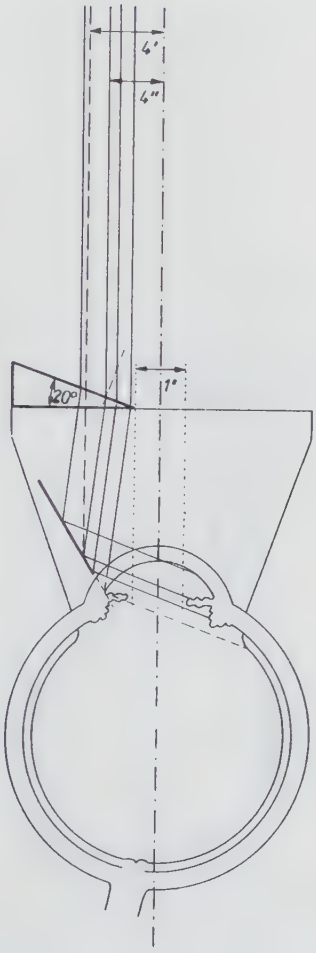
Patient Alter	Prisma: 5	10	15	20	25	30	35 pdptr
G.E. (w) 42 Jahre	1.0	1,0	0.9	0,8	0,7	0,55	0,45 Visus
H.O. (m) 48	1,0	1,0	0,8	0,8	0,7	0,5	0,4
P.E. (m) 37	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,5	0,4
S.M. (w) 21	1,0	1,0	0,8	0,7	0,7	0,5	0,4
S.K. (m) 24	1,0	1,0	0,8	0,7	0,6	0,55	0,45
D.E. (w) 28	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
P.P. (m) 57	1,0	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,45
S.L. (w) 47	1,0	0,85	0,7	0,6	0,55	0,5	0,4
G.K. (w) 48	1,0	1,0	0,9	0,9	0,7	0,55	0,5
R.Ch.(w) 61	1,0	1,0	0,8	0,7	0,6	0,45	0,4
N.G. (m) 42	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4
P.G. (w) 52	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,55	0,4
B.H. (w) 48	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,3
B.K. (m) 60	1,0	1,0	0,8	0,7	0,7	0,5	0,4
R.K. (w) 52	1,0	0,9	0,8	0,7	0,65	0,5	0,4
T.E. (w) 64	1,0	0,8	0,7	0,6	0,55	0,4	0,3
S.E. (w) 49	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,55	0,4
Z.E. (w) 57	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,35
E.E. (w) 59	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
G.K. (w) 43	1,0	1,0	0,8	0,7	0,7	0,5	0,4
G.C. (m) 28	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,4
S.B. (m) 31	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,55	0,35



Änderung der Sehschärfe durch prismatische Gläser
Basis außen.
(Mittelwertskurve und jeweils größte Streuung)

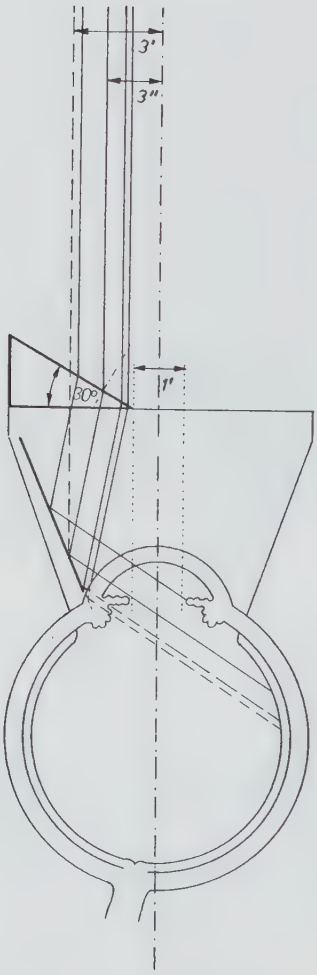
	5	10	15	20	25	30	35 pdptr
Visus-Mittelwerte	1,02	0,96	0,83	0,74	0,66	0,52	0,40
Standardabweichung s	0,0588	0,0616	0,0631	0,0727	0,0563	0,0447	0,0499
Messungen n:	je 22						

Anmerkung: cd = Candela; sb = Stilb; asb = Apostilb
sb = cd/cm^2; asb = $1/\pi \cdot cd/m^2$



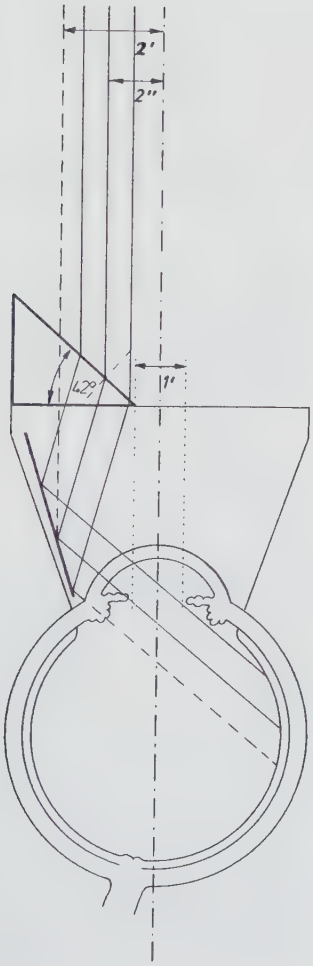
Dreispiegelglas
Spiegel 59° (Nr. 4)

Abb. 16



Dreispiegelglas
Spiegel 67° (Nr 3)

Abb.17



Dreispiegelglas
Spiegel 73° (Nr 2)

Abb.18

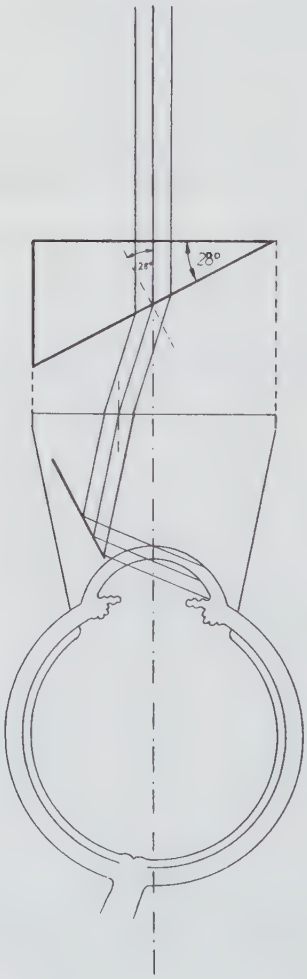
E R G E B N I S S E

Bei Verwendung der oben angegebenen Prismen müssen z.B. an der Zeiss-Spaltlampe Typ 100/16 beim Blick in den steilsten Spiegel Nr.2 nicht mehr knapp 10 Umdrehungen mit dem Triebknopf der Spaltlampe ausgeführt werden, sondern nur noch 5,3 Umdrehungen.
Beim Spiegel Nr.3 sind es statt 8 Umdrehungen nur noch 4,8 und beim Spiegel Nr.4 (Gonioskop) sind es statt 6,4 nur noch 4,6 Umdrehungen.

Wenn man ganz auf die Höhen- und Seitenverstellung der Spaltlampe verzichten möchte, d.h. den jeweiligen Fundusabschnitt in einem der 3 Spiegel genau im Zentrum des Kontaktglases sehen möchte, muß man die in den Abb. 19-22 vorgestellten Konstruktionen verwenden.
E i n Prisma mit entsprechender Ablenkung liegt dann über der gesamten Vorderfläche des Kontaktglases.
Damit wird zwar eines der 3 Spiegelbilder im Zentrum gesehen, jedoch beschreibt nun das Bild im zentralen Durchblick, d.h. der hintere Augenpol, beim Drehen des Kontaktglases einen Kreis und die anderen 2 Spiegelbilder erscheinen noch weiter optisch vom Zentrum versetzt als sie es ohne Prisma schon sind.
Es läßt sich also bei dieser Konstruktion nur e i n Spiegel optisch in die Mitte versetzen.
Praktikabel ist diese Prismenanordnung beim Einspiegel-Kontaktglas, dem Gonioskop (Abb. 19).
Durch Vorsatz e i n e s Prismas (hier mit dem brechenden Winkel von 28^{o}) vor die Vorderfläche des Gonioskops kann der gesamte Kammerwinkel nur durch Drehen dieses verbesserten Kontaktglases ohne Bewegung der Spaltlampe eingesehen werden.

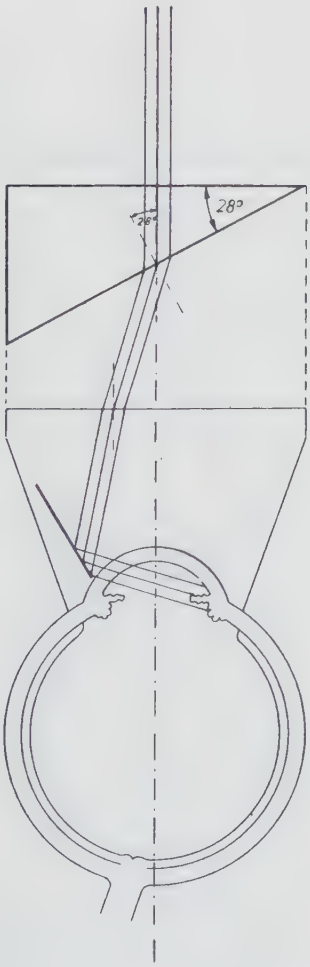
Weil es sich hier um ein Einspiegelglas handelt, kann man das Prisma in einem definierten Abstand zur Kontaktglas=vorderfläche halten.
Diese Konstruktion ist auch deshalb vorzuziehen, weil das Prisma umso schwächer werden kann, je weiter entfernt es von der Kontaktglasvorderfläche montiert wird.
Optische Abbildungsfehler lassen sich dadurch ebenfalls wesentlich verringern.
Das zentrale Blickfeld zum hinteren Augenpol wird durch diese Konstruktion, wie bereits erwähnt, optisch aus der Mitte versetzt.
Da es aber beim Gonioskop im wesentlichen auf die Unter=suchung des Kammerwinkels ankommt, kann man diesen Nachteil tolerieren.

Die Prismen, die mit dem Kontaktglas fest verbunden sind, brechen den auffallenden Lichtstrahl jeweils nur an der ersten an Luft grenzenden Fläche.
Die zweite Fläche passiert der Lichtstrahl ungebrochen.
Das ist deshalb möglich, weil die optischen Dichteunter=schiede zwischen Prisma, Kanada-Balsam als Kittsubstanz und Kontaktglas so klein sind, daß sie keine wahrnehmbare Lichtbrechung erzeugen.
Anders jedoch bei den Versuchsanordnungen der Abbildungen 19 - 22.
Hier befinden sich die Prismen in definierten Abständen zur Kontaktglasvorderfläche, so daß die Lichtstrahlen nach Durchgang durch die Prismen wieder in Luft, also in ein optisch dünneres Medium gelangen und damit bei d i e s e r Lage der Prismen nur an der zweiten Fläche der Prismen eine Brechung erfahren.



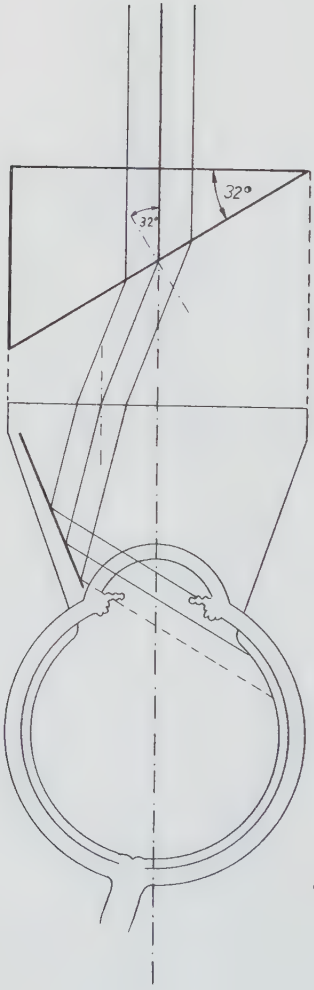
Einspiegelglas
Spiegel 62°

Abb.19



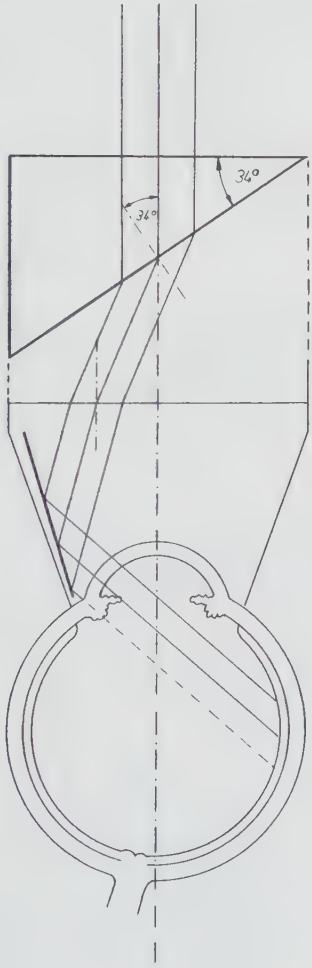
Dreispiegelglas
Spiegel 59° (Nr. 4)

Abb. 20



Dreispiegelglas
Spiegel 67° (Nr. 3)

Abb. 21



Dreispiegelglas
Spiegel 73° (Nr. 2)

Abb. 22

Zur Lichtbrechung nach dem (erweiterten) Brechungsgesetz:

Die Lichtbrechung in den Versuchsanordnungen Abb.19-22 erfolgt nach Durchgang durch das Prisma nach dem Brechungsgesetz vom Lot weg. Die Lichtstrahlen werden dann, nach Auftreffen auf die Kontaktglasvorderfläche, wieder zum Lot hin gebrochen, bevor sie am entsprechenden Spiegel reflektiert werden. Diese zweimalige Brechung erfolgt nach dem (erweiterten) Brechungsgesetz:

$$n = \frac{\sin i_1}{\sin i'_1} = \frac{\sin i'_2}{\sin i_2}$$ (siehe Abb.23)

Aus der Abb.23 folgt weiter, daß der Ablenkungswinkel $d = i_1 - i'_1 + i'_2 - i_2$ und der Brechungswinkel $a = i'_1 + i_2$ ist, woraus sich für die Ablenkung d

$$\underline{d = i_1 + i'_2 - a}$$ ergibt.

Dieses Brechungsgesetz wurde zur Grundlage der in den Abb. 19-22 dargestellten Konstruktionen gemacht.

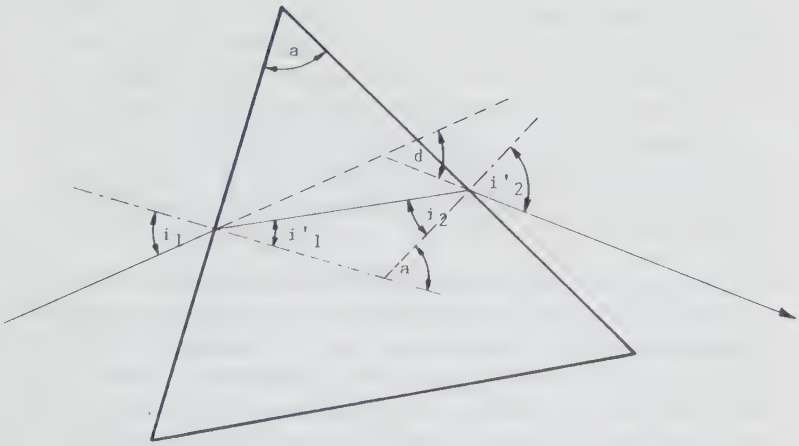


Abb.23

D I S K U S S I O N

Die in meiner Arbeit vorgestellte Modifizierung des G o l d m a n n - Dreispiegel-Kontaktglases sowie des Einspiegel-Kontaktglases ist der Versuch einer brauchbaren Lösung, die zur Erleichterung der Spaltlampenuntersuchung bei erhaltener Handlichkeit und noch guten optischen Eigenschaften des Kontaktglases führt.
Dabei erhält man durch die hier verwendeten Prismen aus Kronglas mit den brechenden Winkeln von 20^{o}, 30^{o} und 42^{o} beim Dreispiegel-Kontaktglas und 28^{o} beim Einspiegel-Kontaktglas die günstigsten Ablenkungen in Richtung Kontaktglasmitte bei erhaltenem zentralen Durchblick. Schwächere Prismen würden den zentrierenden Effekt vermindern.
Will man aber den Beobachtungsstrahlengang für die in den Abb. 16-18 vorgestellten Prismenanordnungen noch weiter in das Zentrum des Kontaktglases verlegen, um schließlich noch weniger Umdrehungen mit dem Triebknopf auszuführen, müßten die Prismen verstärkt werden.
Der brechende Winkel der Prismen und damit ihre Ablenkung würden sich vergrößern und damit die Abbildungsqualität erheblich sinken.
Farbenzerstreuung (Dispersion) und Verzeichnung (durch wechselnde Winkelvergrößerungen) würden, genauso wie die Dicke der Prismen, erheblich zunehmen.
Das Kontaktglas würde klobiger in der Form und damit unhandlicher.

So führt z.B. die zunehmende Dispersion bei Zunahme der prismatischen Wirkung zu einer Herabsetzung der Sehschärfe.
Nach J. R e i n e r (1972) sinkt die Sehschärfe bei Vorsetzen eines Prismas von 16 pdptr im Mittel auf 55 %, jedoch mit einer sehr großen Streuung von Visus 80 % bis 25 % bei einer Untersuchung an 50 Versuchspersonen (bei 20 pdptr im Mittel auf 45 %).

Wie aus der anschließenden Fotodokumentation ersichtlich, entstehen jedoch bei der an der Spaltlampe eingestellten nur 10-fachen Vergrößerung bei Anwendung des modifizierten Kontaktglases brauchbare Bilder (bei Spiegel Nr.3). Der Erfolg wird jedoch auch hier durch die genannten Abbildungsfehler etwas geschmälert.

Um mit den an diesem Modell verwendeten Prismen auszukommen, kann man das Kontaktglas in gewohnter Weise kippen während der Benutzung, wie es die Abb. 13 zeigt.
Das erweitert das Blickfeld so beträchtlich, daß man die berechneten Umdrehungen des Triebknopfes noch verringern und auf die Verstärkung der Prismen verzichten kann.
Dabei muß man jedoch die Verzeichnungen, die durch unterschiedliche Winkelvergrößerungen bei wechselndem schrägen Durchblick durch ein Prisma entstehen, in Kauf nehmen.

Eine andere Möglichkeit, schwächere Prismen aufzusetzen, ist die Verwendung stärker brechender Glassorten, wobei besonders wichtig ist, daß die mittlere Dispersion nicht oder nur unwesentlich zunimmt bzw. die A b b e s c h e Zahl nicht oder nur unwesentlich abnimmt.

Zur mittleren Dispersion und Abbeschen Zahl:
Die mittlere Dispersion ist ein Maß für die Farbenzerstreuung eines optischen Mediums. Es ist die Differenz der Brechzahlen für die rote und blaue Kadmiumlinie im Spektrum:

$$\text{Mittlere Dispersion} = n_{F'} - n_{C'}$$

Die Abbesche Zahl ist die relative reziproke Dispersion und damit ein weiteres Maß für die Farbenzerstreuung. Sie wird errechnet aus der mittleren Brechung n_e = Brechzahl der grünen Quecksilberlinie und der mittleren Dispersion:

$$\text{Abbesche Zahl } v_e = \frac{n_e - 1}{n_{F'} - n_{C'}}$$

So könnte z.B. Kronglas mit einer mittleren Dispersion von 0,00882 durch Leichtflint (mittlere Dispersion = 0,01359) oder Lanthan-Kron (mittlere Dispersion = 0,01444) ersetzt werden.

Trotz der beschriebenen Abbildungsfehler und der verbleibenden geringen Höhen- und Seitenverstellung der Spaltlampe führt die vorgestellte Prismenanordnung doch zu einer wesentlichen Erleichterung der Untersuchung.

Weil außerdem der zentrale Durchblick für die Untersuchung des hinteren Augenpols erhalten bleibt, stellt das gewählte Verhältnis von Prismenstärke und verbleibende Bewegung der Spaltlampe einen brauchbaren Kompromiß sowohl zu stärkeren Prismen als auch zu e i n e m Prisma über das gesamte Kontaktglas dar, welche entweder die o.g. Mängel, oder die Benutzung nur e i n e s Spiegels des Kontaktglases zur Folge hätte.

Einer nachfolgenden verbesserten Konstruktion bleibt es vorbehalten, die Prismen in das Kontaktglas so zu integrieren, daß sie sich von der Oberfläche nicht mehr abheben, wie es die Fotodokumentation auf den folgenden Seiten noch zeigt, obwohl Reinigung und Desinfektion sowie Sterilisierung (außer Hitzesterilisierung) in gewohnter Weise und uneingeschränkt durchgeführt werden kann.
Die Sterilisation kann z.B. durch ionisierende Strahlen und die Desinfektion mit den üblichen Desinfektionslösungen durchgeführt werden, ohne daß sich dabei die Prismen oder die Kittsubstanz (Kanada-Balsam) verändern.

Aus meinen experimentell-quantitativen Untersuchungen zum Einfluß einer prismatischen Wirkung auf die Sehschärfe an 22 Patienten geht hervor, daß gute bis brauchbare Abbildungseigenschaften nur durch die ver-

wendeten 20^{o}- und 30^{o}-Prismen (18,2 und 27,4 pdptr) und durch das 28^{o}-Prisma (25,5 pdptr) erreicht werden können. Bedeutend schlechtere Bildqualität und damit erheblich eingeschränkte Anwendung findet sich beim 42^{o}-Prisma (38,3 pdptr).

Schon ein Prisma von 35 pdptr führt nach meiner Untersuchung zu einer durchschnittlichen Visusherabsetzung auf 0,4 (40 %).
Eine genaue Untersuchung der Netzhaut ist bei Verwendung dieses Prismas nicht mehr möglich, besonders dann, wenn das zu untersuchende Auge keine klaren optischen Medien hat.
Die Anwendung des modifizierten Kontaktglases beschränkt sich also hauptsächlich auf die Benutzung der Spiegel Nr.3 mit dem 30^{o}-Prisma und Spiegel Nr.4 (Gonioskop) mit dem 20^{o}-Prisma. Durch Kippen des Kontaktglases während der Untersuchung mit dem Spiegel Nr.3 kann die Sicht auf die vorderen und mittleren Netzhautanteile ausreichend erweitert werden (der hintere Augenpol wird mit dem zentralen Durchblick erreicht).

Der Vergleich der Untersuchungsergebnisse von Prof. R e i n e r (1972) mit den von mir ermittelten Werten für die Sehschärfe beim Vorsetzen von Planprismen aus Kronglas mit der Basis außen (1964) zeigt, daß meine Untersuchungen höhere Sehschärfenwerte ergaben.
Da Prof. Reiner eine mit 200 asb beleuchtete Sehprobentafel in 6 m Entfernung verwendete und für meine Untersuchungen das zu dieser Zeit moderne, völlig reflexfreie Polatestgerät der Fa. Carl Zeiss eingesetzt wurde, könnten die Differenzen zum Teil auf die unterschiedlichen Untersuchungsbedingungen zurückzuführen sein (z.B. auch unterschiedliche Kontraste).
Außerdem nahmen an der von Prof. Reiner durchgeführten Reihenuntersuchung Patienten verschiedener Fehlsichtigkeiten teil (ohne Differenzierung in Myopie, Hyperopie und Astigmatismus), die erst durch Vollkorrektion höchste monokulare Sehschärfe erreichten.
Bei allen meinen Patienten bestand Emmetropie. Patienten mit Fehlsichtigkeiten nahmen an meiner Untersuchung nicht teil.

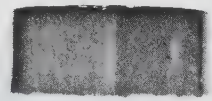
Dreispiegel-
Kontaktglas
nach
G o l d m a n n
mit und ohne
Prismenaufsatz

(seitlich)

Dreispiegel-Kontaktglas nach
G o l d m a n n mit und ohne
Prismenaufsatz (Aufsicht)

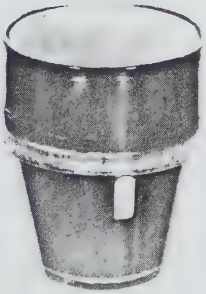
Prisma
(in Kunststoff-
Fassung) und
Gonioskop
getrennt

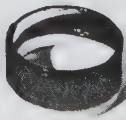
(seitlich)



Prisma und
Gonioskop
kombiniert

(seitlich)





F O T O D O K U M E N T A T I O N DER ANWENDUNG DES MODIFIZIERTEN DREISPIEGEL- UND EINSPIEGEL-KONTAKTGLASES

Die ersten 3 Bilder zeigen die Handhabung des modifizierten Dreispiegel-Kontaktglases an der Spaltlampe (hier mit einer kombinierten Foto- und Blitzlichteinrichtung).
Die Anwendung erfolgt in der vereinfachten Weise, wie sie in der vorliegenden Arbeit beschrieben wird; d.h., bei Drehung des modifizierten Kontaktglases nur minimale Drehung des Triebknopfes der Spaltlampe, um die in der Fotodokumentation dargestellten Funduseinblicke zu erzielen.
Das Bild 4 zeigt den zentralen Durchblick zum hinteren Augenpol des Fundus, dessen Peripherie bei 12 h, 3 h, 6 h und 9 h in den nachfolgenden Bildern 5, 6, 7 und 8 dargestellt wird(mit Spiegel Nr.3 und dem 30^{o}-Prisma).
Es folgt in der gleichen Darstellungsform eine zweite Fotodokumentation eines anderen Augenhintergrundes in den Bildern 9, 10, 11, 12 und 13.
Den Abschluß bilden gonioskopische Bilder, die bei der Anwendung des modifizierten Einspiegel-Kontaktglases (siehe Abb. 19) entstanden.
Es wurden ebenfalls die Einstellungen bei 12 h, 3 h, 6 h und 9 h fotodokumentiert.

Bei den vorliegenden Aufnahmen erscheinen die Reflexe und die relative Unschärfe der Bilder etwas störend.

Die Reflexe verschwinden bei der Benutzung durch geringes Kippen des Kontaktglases, wie dem geübten Untersucher bekannt ist.
Die Unschärfe der Fotografien erklärt sich aus der Verwendung eines Umkehrfilmes und der vorliegenden hohen Vergrößerung.

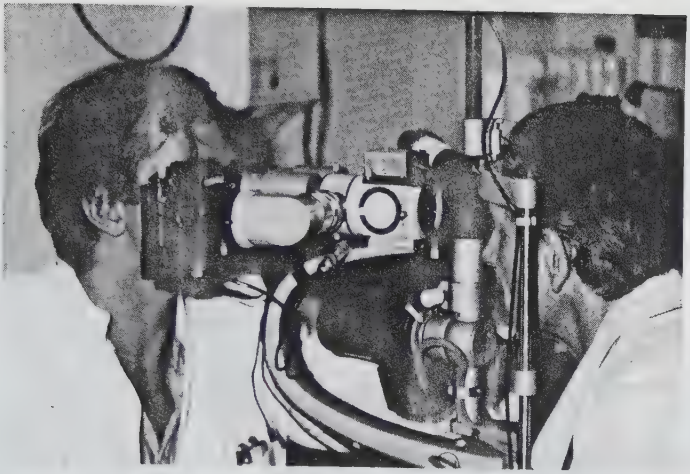


Bild 1

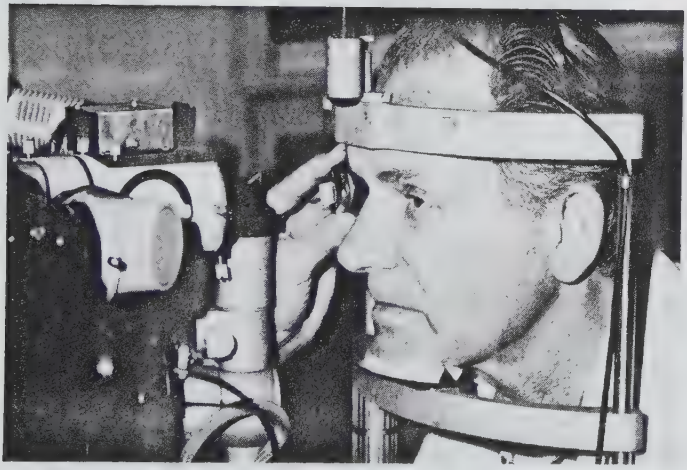


Bild 2

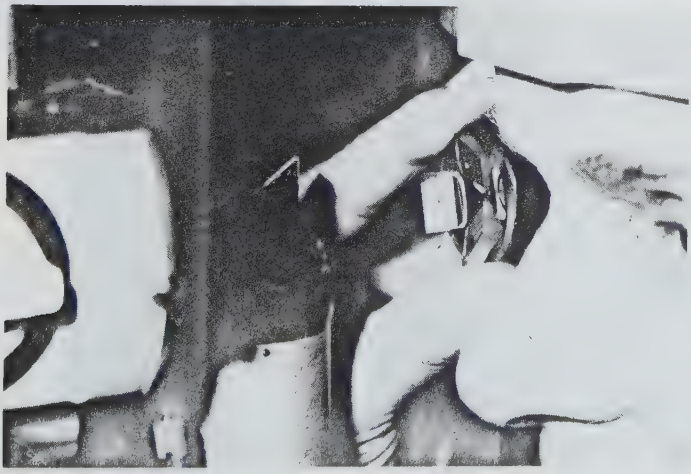
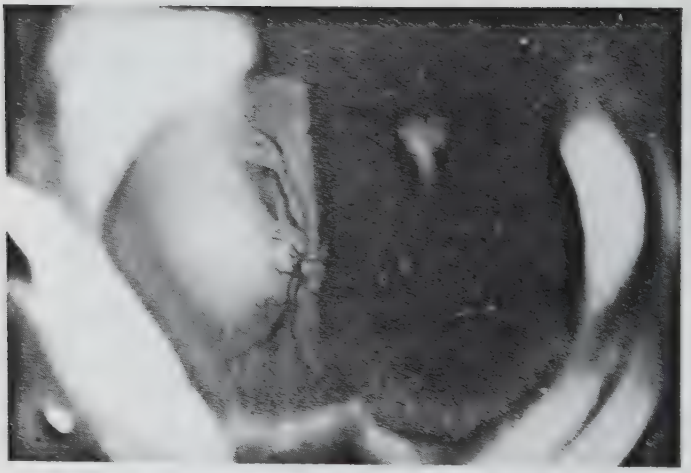


Bild 3



Patient 1

zentraler
Durchblick

Bild 4

Peripherie
bei 12 h

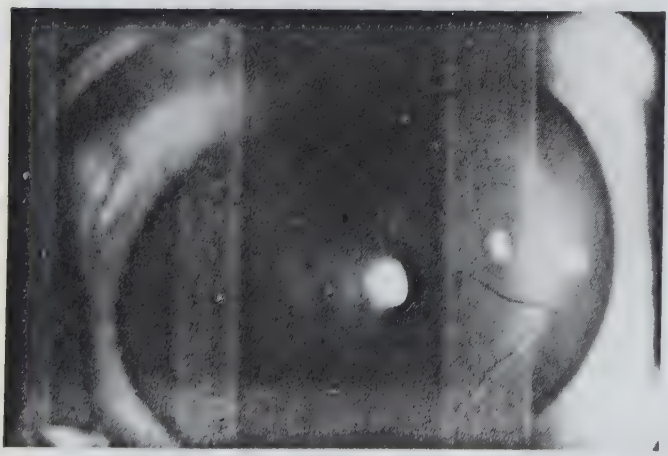
Bild 5

Peripherie
bei 3 h

Bild 6

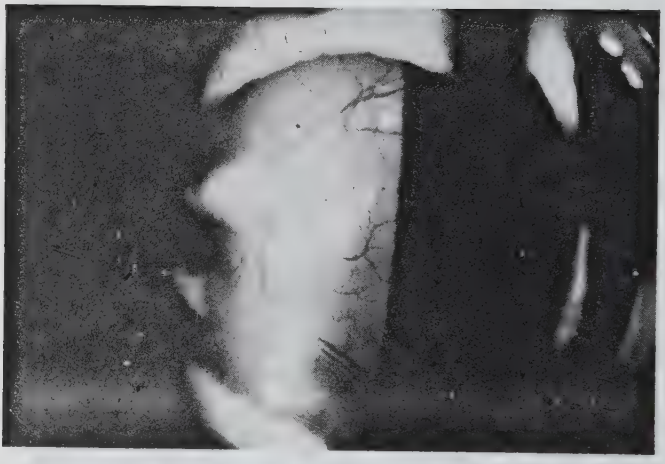
Peripherie
bei 6 h

Bild 7



Peripherie
bei 9 h

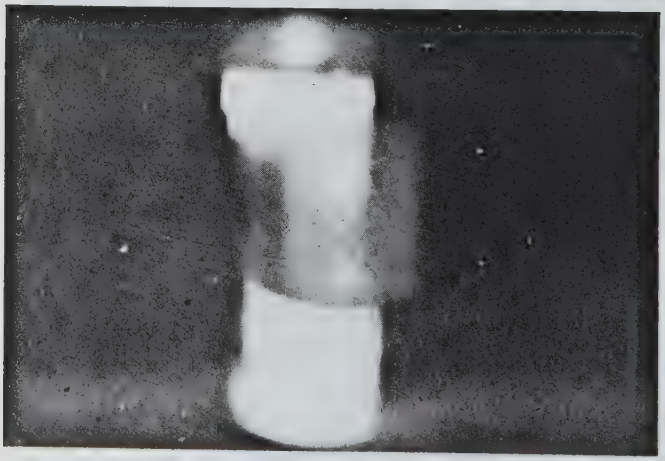
Bild 8



Patient 2

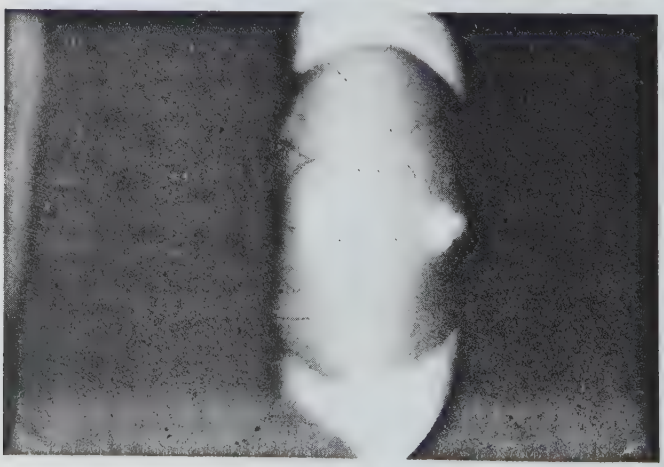
zentraler
Durchblick

Bild 9



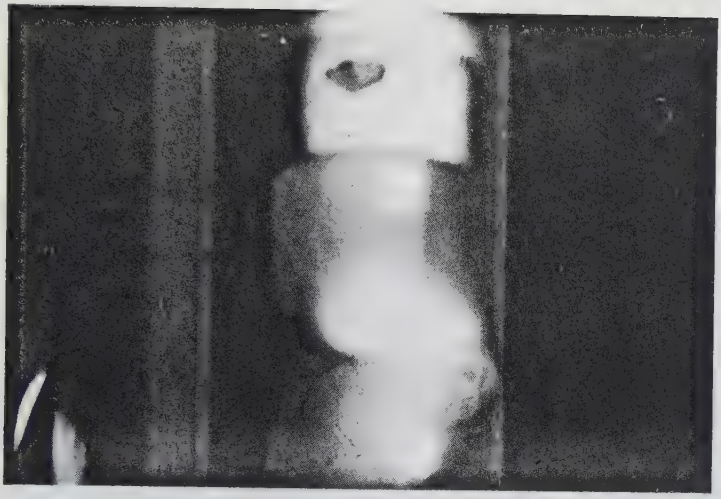
Peripherie
bei 12 h

Bild 10



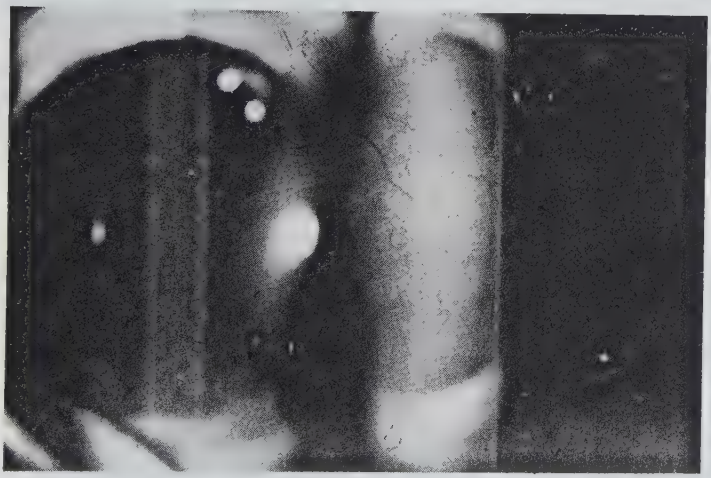
Peripherie
bei 3 h

Bild 11



Peripherie
bei 6 h

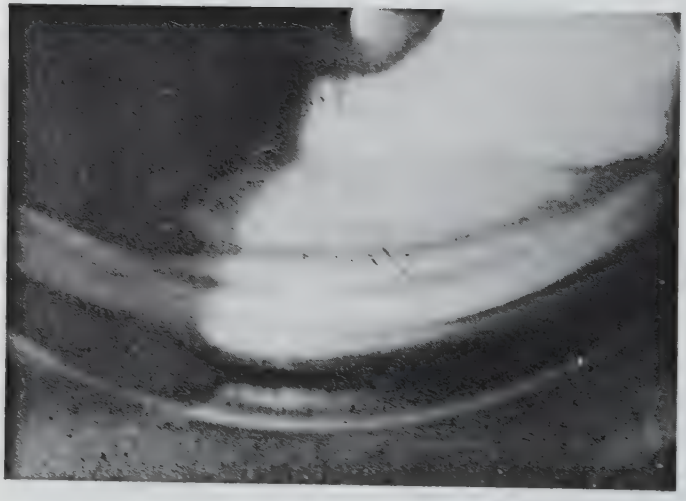
Bild 12



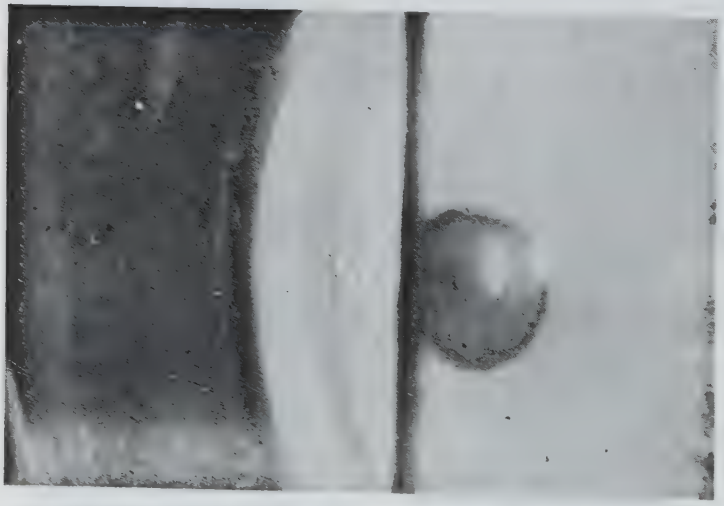
Peripherie
bei 9 h

Bild 13

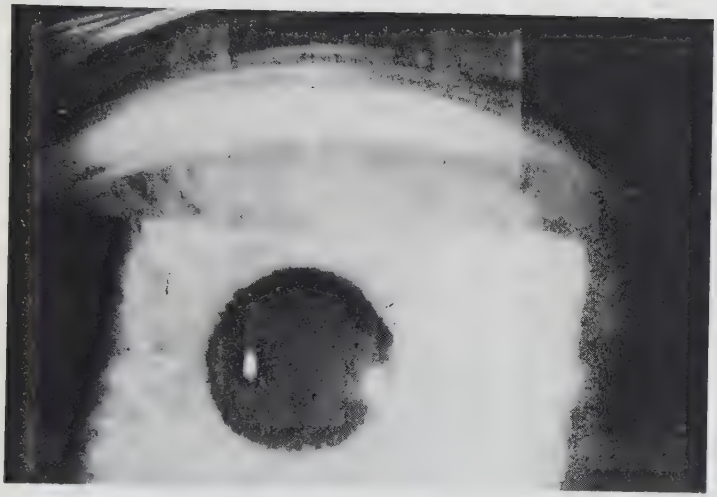
Gonioskopie



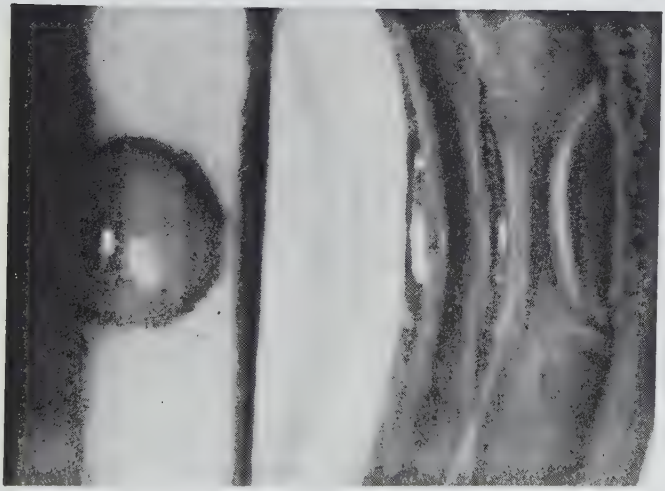
Kammerwinkel
bei 12 h



Kammerwinkel
bei 3 h



Kammerwinkel
bei 6 h



Kammerwinkel
bei 9 h

Z U S A M M E N F A S S U N G

Vorliegende Arbeit zeigt Möglichkeiten der Modifizierung des Dreispiegel-Kontaktglases nach G o l d m a n n und des Einspiegel-Kontaktglases (Gonioskop).

Durch feste Montage dreier Zusatzprismen aus Kronglas mit den brechenden Winkeln 20^{o}, 30^{o} und 42^{o} auf das Dreispiegel- und eines 28^{o}-Prismas auf das Einspiegel-Kontaktglas wird der Beobachtungsstrahlengang der Spaltlampe bei Benutzung des Kontaktglases weiter zum Zentrum verlegt.
Die Ablenkung des Beobachtungsstrahlenganges bei Durchgang durch eines der Prismen erfolgt nach dem erweiterten S n e l l i u s schen Brechungsgesetz.

Die Spiegelbilder des modifizierten Kontaktglases beschreiben daraufhin kleinere Kreise bei Drehung des Kontaktglases während der Untersuchung der hinteren Augenabschnitte sowie des Kammerwinkels.

Daraus folgt, daß sich Höhen- und Seitenverstellung der Spaltlampe deutlich einschränken lassen und damit die Augenuntersuchung wesentlich erleichtert wird.

Durch Verwendung stärker brechender Glassorten und Integrierung der Prismen in das Kontaktglas sind konstruktive und optische Verbesserungen möglich.

LITERATURVERZEICHNIS

1. B a y a d i, G.El.: New method of slit-lamp micro= ophthalmoscopy
Brit. J. Ophth. 37, 625 (1953)
Adaption of slitlamp to indirect ophthalmo= scopy
Am. J. Ophth. 51, 837-839 (1961)

2. B r a l e y, A.E. and A l l e n, L.:
A corneal contact prism and a corneal contact lens for slitlamp biomicroscopic examination of the peripheral and central fundus
Transact. Am. Ophth. Soc. 49, 477-483 (1952)

3. C o m b e r g, W.: Über eine neue Spaltlampe
Klin. Mbl. Augenhk. 91, 577-583 (1933)

4. G o l d m a n n, H.: Zur Technik der Spaltlampen= mikroskopie
Ophthalmologica (Basel) 96, 90-97 (1938)
Einige Ergebnisse der Spaltlampenuntersuchun= gen des Kammerwinkels und des Augenhinter= grundes
Ophthalmologica (Basel) 117, 253-258 (1949)

5. H r u b y, K.: Weitere Vereinfachungen der Spaltlampen= mikroskopie des hinteren Augenabschnittes
Ophthalmologica (Basel) 115, 290-296 (1948)
Spaltlampenmikroskopie des hinteren Augen= abschnittes .
Verlag Urban & Schwarzenberg, Wien 1950

6. K o e p p e, L.: Die Mikroskopie des lebenden Auges
I. Die Mikroskopie des lebenden vorderen Augenabschnittes im natürlichen Lichte. Springer - Verlag, Berlin 1920
II. Die Mikroskopie der lebenden hinteren Augenhälfte im natürlichen Licht. Springer - Verlag, Berlin 1922

7. L i n d n e r, K.: Das abgewinkelte Mikroskop zur Un= tersuchung des Glaskörpers und des Augenhin= tergrundes im Lichtbüschel der Spaltlampe
Ber. Dtsch. Ophth. Ges. 51, 435-437 (1936)

8. R o t t e r, H.: Zur Theorie der Spaltlampenmikro= skopie des Augenhintergrundes
Graefes Arch. Ophth. 156, 503-518 (1955)

9. Schlegel, H.J.: Kontaktglasfunduskopie und seine Möglichkeiten
Ber. Dtsch. Ophth. Ges. 64, 240-243 (1961)
Ein Konvex - Spiegelkontaktglas
Ber. Dtsch. Ophth. Ges. 65, 504-505 (1964)

10. Siebeck, R.: Direkte Gonioskopie mit dem Prismengonioskop
Klin. Mbl. Augenhk. 134, 826-829 (1959)

11. Thorpe, H.E.: A new four-mirror gonioscope
Transact. Am. Acad. Ophth. Otolaryng. 70, 853-854 (1966)

12. Zamenhof, A.: Ein neuer Weg zur Untersuchung des Augenhintergrundes im fokalen Licht
Graefes Arch. Ophth. 124, 87-102 (1930)

13. Reiner, J.: Brechung des Lichtes an Prismen.
Grundlagen der ophthalmologischen Optik, 8-9,
Enke - Verlag, Stuttgart 1982
Dispersion des Lichtes
Grundlagen der ophthalmologischen Optik, 9-11,
Enke - Verlag, Stuttgart 1982
Zentrierung der Brillengläser
Auge und Brille, Heft 59, 99-107,
Enke - Verlag, Stuttgart 1972
Prismatische Brillengläser
Auge und Brille, Heft 59, 107-117,
Enke - Verlag, Stuttgart 1972

14. Handbuch für Augenoptik
Maßeinheiten für prismatische Ablenkungen, 69-72,
Optische Gläser, 143
Kunststoffe, 147-148
Naturstoffe der Optik, 149
Herausgeber Carl Zeiss, Oberkochen 1963

Mein Lebenslauf

Am 8.10.1939 wurde ich, Dietrich Sander, als Sohn des Uhrmachermeisters Hermann Sander und seiner Fhefrau Frieda Sander, geb. Stiffel in Goldberg in Schlesien geboren.
Von 1947 - 1953 besuchte ich die Comenius-Grundschule und von 1953 -1955 die Geschwister-Scholl-Oberschule in Burg bei Magdeburg.
Von 1955 - 1958 erlernte ich den Augenoptikerberuf in Burg.
Es folgte von 1962 - 1964 der Besuch der Fachschule für Optik und Fototechnik in Berlin, Einsteinufer, der mit der Prüfung als „staatlich geprüfter Augenoptiker" und Augenoptikermeister abschloß.
1966 legte ich die Reifeprüfung für Schulfremde vor dem Senat von Berlin ab, nachdem ich von 1964 - 1966 die Gabbes-Lehranstalten in Berlin besucht hatte.
Bis zum Beginn des Medizinstudiums 1973 arbeitete ich als Augenoptikermeister in der Firma K.J. Schäfers in Berlin.
Das Studium der Humanmedizin begann ich im Winterse= mester 1973/74 an der Freien Universität Berlin.
Im April 1980 legte ich dort die ärztliche Prüfung ab und erhielt im Juni 1980 die Approbation als Arzt.

Seit August 1980 bin ich als Wiss. Assistent in der Augenklinik des Klinikum Charlottenburg der Freien Universität Berlin bei Prof. Dr. med. J.Wollensak tätig.